

PLANES DE CONTROL DE LA CALIDAD DE MEDICIÓN DE ENERGIA ELÉCTRICA

A LOS USUARIOS EN LA ARGENTINA

Ing. Jorge A. García
ENRE (1)
Argentina

Ing. Pedro E. Issouribehere
IITREE-UNLP (2)
Argentina

Ing. Guillermo O. Layerenza
IITREE-UNLP (2)
Argentina

RESUMEN

En la Argentina la reciente privatización de los servicios de distribución de energía eléctrica ha modificado las reglas del control de la calidad de la medición de la energía eléctrica a los usuarios.

Anteriormente el control de los planteles era propio de las empresas. Actualmente el Ente Regulador debe asegurar el cumplimiento de normas de calidad.

Se explican las pautas adoptadas para el seguimiento estadístico de la calidad de medición para un servicio de 5.000.000 de usuarios.

PALABRAS CLAVES

Medidores. Control. Calidad.

INTRODUCCIÓN

La transformación del sector eléctrico en la República Argentina realizada al comienzo de la década del 90 nace a partir de la promulgación de la Ley 24.065, conocida como el "Marco Regulatorio Eléctrico".

Esta Ley presenta la nueva estructura económica cuyos rasgos son: a) la introducción de la competencia a través de las leyes del mercado, b) la desintegración vertical del sector y los alcances de cada una de las actividades así definidas: generación, transporte y distribución, c) la instalación del usuario como último beneficiario de esta transformación, d) una planificación

descentralizada y e) la privatización de las empresas estatales prestadoras de servicios

La Ley crea el Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE) para "controlar que toda actividad del sector eléctrico se ajuste a la normativa vigente", obligándolo a "cumplir la presente Ley" y le encomienda funciones de policía de servicios.

La transformación y privatización del sector convirtió a la energía eléctrica en un bien económico más, que debe ser usado para proporcionar el máximo bienestar a la población.

El sector eléctrico en su conjunto queda bajo la supervisión del ENRE, ejerciendo un doble papel con actividades de CONTROL y REGULACION.

La REGULACIÓN significa velar para que los mercados imperfectos se comporten como mercados de competencia: "competencia cuando es posible, regulación cuando es necesario". El ENRE debe promover la competencia al máximo y solo intervenir en aquellos casos en que la misma no ha funcionado plenamente. La acción reguladora debe ser ágil y segura y sin procedimientos que la retarden.

Para poder regular el ENRE detenta el poder de policía para CONTROLAR las concesiones, requiriendo de instrumentos mas complejos ya que si bien en la teoría las partes signatarias de un contrato desean que el mismo sea autosuficiente y contemple todas las eventualidades, en la práctica se sabe que es un ideal inalcanzable.

(1) Ente Nacional Regulador de la Electricidad. Control Contratos de Concesión. Paseo Colón 221 2º Piso. (1063) Buenos Aires. Argentina. T.E. +54-01-331-9647 / 331-4258 FAX: 343-4769.

(2) Instituto de Investigaciones Tecnológicas para Redes y Equipos Eléctricos - Universidad Nacional de La Plata. Calle 48 y 116. (1900) La Plata. Argentina - T.E. +54-021-3-6640 / 3-7017. FAX: 25-0804. E-mail: iitree@volta.ing.unlp.edu.ar

Los contratos dan lugar a interpretaciones múltiples, prevén derechos y también obligaciones, contienen sanciones potenciales. En suma se trata de cuestiones controversiales que requieren un manejo cuidadoso en el cual necesariamente hay que disponer de un mínimo de procedimientos.

Por lo tanto se debe tener un enfoque económico legal y técnico acerca de cualquier problema, resultando un contrasentido que la instrumentación de los criterios instrumentales no facilitarán los objetivos propuestos por la Ley.

La autoridad de aplicación debe encarar su gestión adecuando correcta y firmemente toda la instrumentación reglamentaria con vistas al cumplimiento de la voluntad del poder legislativo, expresada a través de la Ley.

La medición de la energía eléctrica es uno de los campos en la relación empresas “distribuidoras-usuarios” que es controlado y regulado por el ENRE.

1. CONSIDERANDOS PARA LA REGLAMENTACIÓN DE LA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

En esta primera etapa se procede a definir como y bajo que condiciones se debe efectuar la medición de la energía eléctrica a los usuarios de las empresas distribuidoras, bajo la órbita del ENRE.

La medición de la energía eléctrica que suministra corre por cuenta de la distribuidora, por lo que es entonces responsabilidad de esta adquirir, instalar y mantener el equipo de medición, siendo el ENRE el responsable de controlar el cumplimiento de las condiciones contractuales y reglamentaciones vigentes.

El ENRE participa en el control y seguimiento de los medidores que instalen la Distribuidora y mantenga en servicio, asegurando los objetivos planteados en los compromisos contractuales.

El Contrato de Concesión de las empresas Distribuidoras establece en el artículo 22 y 23 las normativas vinculadas con el equipamiento de medición.

El artículo 22 fija las exigencias del equipo de medición empleado dependiendo de la categoría de usuario. Las mismas están determinadas en las normas IRAM 2411-12-13 Parte I y II.

El artículo 23 establece la obligación por parte de las empresas distribuidoras de presentar ante el ENRE "... un plan de muestreo estadístico de medidores por lotes de similares características (tipo, corriente, antigüedad de instalación) que permita evaluar las condiciones de cada lote y tomar decisiones al respecto ..." siendo este, el encargado de aprobar y controlar el procedimiento adoptado.

El Reglamento de Suministro de Energía establece las obligaciones y derechos tanto de los usuarios como de las empresas distribuidoras. En el artículo 3° inciso b se establece que el usuario cuenta con el derecho que ante la duda en la calidad de la medición puede solicitar un contraste del equipo de medida, por parte de la empresa distribuidora. Las exigencias mínimas a cumplir son las especificadas en la norma IRAM 2412 parte I y II. Está previsto que los contrastes podrán realizarse “in situ” o en un Laboratorio habilitado.

No obstante el ENRE promulgó la resolución 59/93 en la cual habilita a las distribuidoras a adquirir e instalar equipos de medida bajo la norma IEC 521 y 1.036, teniendo sin embargo que asegurar las exigencias establecidas por la norma IRAM 2412 Partes I y II.

En procura de cumplir con lo dispuesto en el artículo 23 del Contrato de Concesión se establecieron por el ENRE las pautas a seguir por Empresas distribuidoras para la verificación de los planteles en servicio.

2. VERIFICACIÓN DE LOS PLANTELES EN SERVICIO.

Los procedimientos para la inspección y seguimiento de los planteles de medidores en servicio, requieren la adopción de reglas a las cuales ajustarse. La normativa nacional o internacional existente se refiere fundamentalmente a la recepción de partidas nuevas.

De esta manera, no es de aplicación obligatoria una determinada norma. Las existentes pueden ser tomadas como referencia a efectos de respaldar el procedimiento utilizado en el plan.

Como posibles normas de referencia se citan las normas IRAM 2412, IEC 514, o normas generales de inspección estadística tales como las norteamericanas Mil. Std. 105D, Mil. Std. 414.

Las características a verificar consistirán en una selección abreviada de las enumeradas en la norma de aceptación del lote tomada como referencia dado que otras son solo preocupación de la DISTRIBUIDORA (Por ejemplo: la vida útil del equipo de medición).

Las características mínimas que requiere el ENRE que sean verificadas a fin de cumplir con los objetivos son:

- Inspección general (estado general)
- Influencia de la variación de la corriente (errores de medición)
- Marcha en vacío (que no funcione en vacío)

La inspección a realizar, para determinar el nivel de calidad del lote podrá ser de inspección por atributos o inspección por variables, si es que esta última es aplicable a la característica en cuestión.

Una propiedad con característica lineal de un elemento, tal como la medición de energía de un medidor, puede ser evaluada estadísticamente por medio de una inspección por atributos o por una inspección por variables. La hipótesis principal para la aplicación de un plan de inspección por variables es que la propiedad a examinar posea una distribución gaussiana o normal. Esto significa que el error en la medición de la población debe seguir una distribución normal. Las muestras deberán ser tomadas en forma aleatoria del lote a inspeccionar.

En la inspección por atributos, no interesa el valor de la medición registrado por el elemento, sino solo si esta medición satisface el criterio adoptado, evaluándose el lote a partir del número de elementos que no cumplieron con dicho criterio.

En una inspección por variables, se utilizan estimadores estadísticos de máxima verosimilitud, a fin de evaluar el desempeño del lote, obtenidos a partir de los valores numéricos de la medición realizada por el instrumento, sin importar si un elemento en particular cumple o no con el criterio adoptado.

De esta manera la inspección por variables exige un examen más riguroso de los elementos a examinar que el muestreo por atributos, pero permite una reducción sustancial en el tamaño de la muestra para igual lote.

A modo de ejemplo, dado un lote de un tamaño del orden de 3000 elementos, e iguales riesgos

de comprador β y del fabricante α , la muestra consistiría de 125 elementos para una inspección por atributos o de 30 elementos para una inspección por variables.

Esta disminución del tamaño de las muestras se logra a cambio de condiciones exigentes en lo que respecta a características de la población y métodos de contrastes más minuciosos.

2.1. Conformación de los lotes

El plantel general de medidores en servicio de cada empresa distribuidora deberá ser subdividido en lotes y cada uno de estos verificado en cuanto a su aptitud técnica para la medición de energía.

Las verificaciones serán periódicas a lo largo de toda su vida útil.

La conformación de los lotes se realizará por única vez, vinculando cada medidor con cada usuario debiendo agruparse sobre la base de la uniformidad, de manera que los elementos que los integren sean similares entre sí.

En busca de lograr la mayor uniformidad posible entre los integrantes de los lotes, estos se conformarán según su marca, modelo, partida, año de instalación, zona de instalación, teniéndose en cuenta en la conformación, toda otra característica o condición que pueda afectar a los medidores en servicio por igual (ejemplo: proximidad al mar, zonas inundables, etc).

El tamaño del lote no será mayor de 50.000 medidores, establecido ante la necesidad de efectuar intervenciones futuras.

El lugar de realización para la verificación de las características, podrá ser en laboratorios de la empresa, de terceros, o "in situ", debiendo cumplir el equipo de medición y contraste con los requerimientos de las normas para este tipo de aplicación.

Las verificaciones de los lotes conformados se realizarán en forma periódica con intervalos no mayores a 3 años.

2.2. Criterios de aceptación de los lotes

Cada lote será aceptado (declarado apto para continuar en servicio) si cumple con las expectativas técnicas de calidad fijadas a través de un nivel de calidad aceptable límite AQL, para todas las características inspeccionadas.

El plan estadístico propuesto deberá asegurar que el riesgo de aprobar un dado lote de medidores teniendo una cantidad de elementos defectuosos mayor o igual al AQL establecido, será menor al 10 %.

La siguiente tabla corresponde a los niveles de calidad aceptables adoptados para la evaluación de los medidores en servicio, para cada característica a verificar:

Características	Exigencias	AQL	
		Medidores Clase 2 %	Medidores Clase 1 %
Inspección general	Ausencia de defectos evidente		
Marcha en vacío	(2)	5 %	3 %
Influencia de la variación de la corriente	(3)		
5% $I_n \cos\phi=1$	error admisible $\pm 3\%$	5 %	3 %
100% $I_n \cos\phi=0.5 I_{nd}$	error admisible $\pm 2\%$	5 %	3 %
$I_{max} \cos\phi=1$	error admisible $\pm 2,5\%$	5 %	3 %

Tabla 1

- (2). Para medidores electrodinámicos se aplica el criterio de la norma IRAM 2412 y para medidores estáticos se aplica el criterio de la norma IEC 1.036
- (3). Los errores admisibles para estos valores de corriente son los establecidos en la norma IRAM 2412 partes I o II.

2.3. Trabajos de campo realizados

Las empresas distribuidoras realizaron inspecciones de los planteles de medidores de energía eléctrica existentes, por medio de métodos estadísticos, durante 1995. El parque de medidores verificados asciende a los 2.000.000 de unidades

Las características analizadas fueron inicialmente la influencia de la variación de la corriente en los errores en la medición. Se utilizó como norma de referencia la [2].

Esta norma es de uso general, y se basa en una inspección por variables de la característica a analizar; determinando la aceptación o no del lote, en base a una estimación del porcentaje de defectuosos del lote, obtenido estadísticamente a partir de los estadígrafos hallados en la muestra.

Se analizó el error en la medición de corriente en dos puntos de funcionamiento: a corriente nominal y al 5% de la corriente nominal, ambos con un factor de potencia unitario. Finalmente se analizó el estado general del medidor y su marcha en vacío.

Es importante destacar que al momento de conformar los lotes por primera vez, las bases de datos existentes que vinculaban el usuario con el tipo de medidor resultaban obsoletas, por lo que los medidores de energía se agruparon en lotes

según su marca, tipo, y algunos veces según la zona de instalación.

Estos factores conducen a que los medidores puedan tener distinto comportamiento en lo que se refiere a sus errores en la medición ya que han sido sometidos a distintas condiciones de fabricación y/o funcionamiento.

Una análisis más estricto deberá incluir categorías más exigentes para la conformación de los lotes.

Se observó además que la mayoría de los medidores examinados presenta errores negativos en la medición de energía. Esto hecho podría atribuirse a que en los medidores de inducción, el efecto del paso del tiempo es reducir el magnetismo remanente de los imanes e incrementar los rozamientos de las partes móviles. Si bien estos cambios producen efectos contrapuestos en la lectura, el efecto resultante es que los medidores miden con errores negativos, tal como lo observado.

En análisis efectuado sobre distintos lotes de medidores en servicio, se observó en las muestras tomadas de los lotes, que los errores en la medición de energía no siguieran necesariamente una distribución normal, principalmente a baja carga.

A modo de ejemplo, en la figura siguiente se observa el histograma de frecuencias de los errores en la medición de energía al 10% de la corriente nominal, para una muestra de 50 elementos de un lote de medidores analizados.

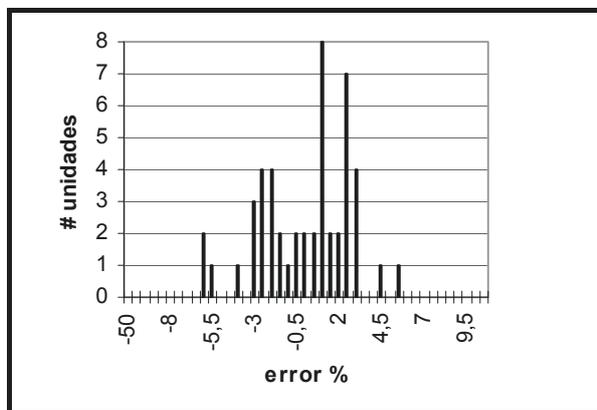


Figura1

Si bien no estaba garantizado completamente que los errores siguieran una distribución normal,

algunas bibliografías sugieren la utilización de normas estadísticas aplicables a variables aleatorias con distribuciones normales, aun cuando esta hipótesis fundamental no estuviera completamente confirmada. Ref. [9]. Por lo que se continuó con el procedimiento establecido en la MS 414.

En base a los estadígrafos “valor medio” y “desvío estándar” hallados para cada lote, se analizó cual debería ser el nivel de calidad mínimo (AQL mínimo) a adoptar, tal que dichos lotes se dieran por aceptados.

En algunos lotes se encontró que el AQL necesario para la aprobación del lote resultó mayor que el máximo detallado en la norma.

En la siguiente tabla se muestran algunos lotes conformados por medidores monofásicos de clase 2, el tamaño de la muestra tomada, los estadígrafos hallados, los límites para los errores en la medición para el ensayo al 100% de la corriente nominal, y el mínimo valor del AQL necesario para la aprobación del lote..

Lote	Tamaño	Tamaño Muestra	error medio	Desvío estándar	limite inferior	limite superior	AQL mínimo
1	1041	25	-0.14	0.917	-2	2	1%
2	8816	50	-0.115	1.08	-2	2	4%
3	28041	75	0.22	2.07	-2	2	>15%
3	42376	75	0.40	0.97	-2	2	4%
4	50000	75	0.61	0.75	-2	2	2.5%
5	50000	75	0.29	1.56	-2	2	15%
6	1353	30	-2.77	11.62	-2	2	(1)

Tabla 2

(1) Según la norma de referencia (MS 414), si el error medio de la muestra se ubica fuera del intervalo determinado por los errores límites admisibles, el lote no es aceptado en forma absoluta.

Otra alternativa analizada es la calificación de los lotes en función de un límite simple de especificación para los errores en la medición de energía. Se puede considerar que los medidores con errores negativos elevados significan un perjuicio económico para los intereses de la empresa distribuidora, por lo que es esta, quien es la mas interesada en su reemplazo. Si los errores positivos son elevados, quien se encuentra perjudicado es el usuario en primer medida por lo que resulta imperioso la recalibración y/o reemplazo de los medidores correspondientes.

En base a estas ideas se puede analizar la evaluación de los lotes en base al límite superior establecido en la norma de referencia adoptada.

Este criterio de calificación no contempla el espíritu de las normas vigentes y sus resultados no deben manejarse fuera del contexto de las hipótesis anteriores.

De esta manera se repitió el cálculo de cual debería ser el nivel de calidad mínimo a adoptar, tal que dichos lotes se dieran por aceptados, con un solo límite para el error.

Los resultados para distintos lotes con un límite simple y doble se observan en la Tabla 3.

Se observa que se necesitan menores AQL para la aceptación de lotes, si se utiliza el criterio de límite simple en lugar del de límite doble.

Lote	Tamaño	Tamaño muestra	AQL mínimo Limite simple (+ 2 %)	AQL mínimo Limite doble (± 2 %)
7	37699	155	0.65%	2.5%
8	18219	102	2.5%	4%
9	1513	51	10%	>15%

Tabla 3

3. CONCLUSIONES

Se observa una ausencia de una normativa nacional o internacional referida al seguimiento de medidores de energía eléctrica en servicio.

No obstante, se establecen las pautas para un seguimiento de los medidores en servicio de las empresas distribuidoras, de acuerdo a la normativa vigente en la República Argentina

Se sugieren criterios para seguir, a fin de ser estrictamente rigurosos en la conformación de los lotes de medidores, con el fin de lograr la hipótesis de normalidad anterior.

Se utilizó la norma MS 414 para la inspección de planteles en servicio, pudiéndose determinar el nivel de calidad mínimo para la aceptación de lotes, para dos criterios límites.

4. REFERENCIAS

- [1] Probability Concepts in Electric Power Systems, George Anders, Wiley Interscience.
- [2] Norma Military Standard 414, Sampling Procedures and Tables for Inspection by variables for percent defective.
- [3] Norma IEC 514: Acceptance inspection of class 2 alternating current watt-hour meters.
- [4] Informe técnico ENR-011 "Guía para la medición de la energía eléctrica", Ing P. Issouribehere, IITREE-LAT, Facultad de Ingeniería, UNLP
- [5] Informe técnico ENR-039 "Pautas para un plan de verificación de los planteles de medidores de energía de las distribuidoras", Ing P. Issouribehere, IITREE-LAT, Facultad de Ingeniería, UNLP
- [6] Informe técnico ENR-040 "Análisis de la inspección de medidores en servicio realizada por EDESUR". Ings. P. Arnera, G. Layerenza, P. Issouribehere. IITREE-LAT. Facultad de Ingeniería, UNLP.
- [7] Informe técnico ENR-056 "Análisis de la inspección de medidores en servicio realizada por EDENOR S.A.". Ings. P. Issouribehere, G. Layerenza. IITREE-LAT. Facultad de Ingeniería UNLP.
- [8] Norma IRAM 2412 Partes I. y II, "Medidores de Energía eléctrica activa de inducción monofásicos y trifásicos, Especificaciones para la aceptación de lotes"
- [9] Manual del Control de la Calidad; J.M. Juran F.M. Gryna y R.S. Bingham, Capítulo 25; Editorial Reverté.
- [10] Norma Military Standard 105D, Sampling Procedures and Tables for Inspection by attributes
- [11] Contrato de Concesión de las empresas distribuidoras EDENOR, EDESUR y EDELAP, Secretaría de Energía, Ministerio de Economía y Obras Públicas.
- [12] Reglamento del suministro eléctrico de la empresa EDENOR, EDESUR y EDELAP.
- [13] Ley 24065 Congreso de la Nación Argentina
- [14] Anuario ENRE 1993/1994, Ente Nacional regulador de la Electricidad

